

図7 等価線量のシーベルト

次に、実効線量について図8を用いて解説します。ある一定の等価線量を人体に照射し、その影響を頭、首、胴、腕、足と分けて評価した場合を考えます。図8(A)は全身に均等に等価線量を受けた場合です。それに対し、図8(B)は頭と首に重点的に等価線量を受けた場合です。ここで、臓器・組織ごとに放射線の影響の度合いは異なります。例えば、腕と腹部に同じ量の等価線量を受けた場合、その影響は腕より腹部の方が大きいです。この影響の受けやすさを放射線感受性といいます。このように放射線が照射された部位により放射線感受性は異なり、その違いによる影響を補正するために用いられるのが組織加重係数です(表3)。組織加重係数は、臓器・組織ごとの被ばくを全身への影響に換算するために導入されました。臓器・組織ごとの影響の相対値であるため、係数をすべて足し合わせると1となり、全身(均等)被ばくを表します。以上から、図8(B)は(A)に比べ全身への影響としてはさほど大きくないといえます。実効線量のポイントは「放射線の影響を全身の影響として評価するための尺度」として用いる点にあります。

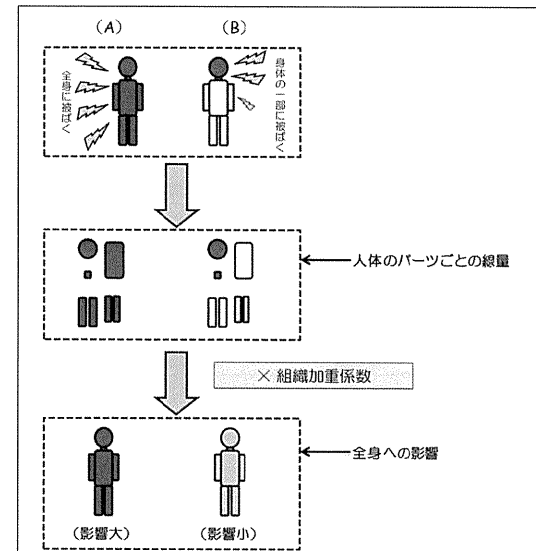


図8 実効線量のシーベルト

まとめとして、GyからSvへの変換について、図9を用いて解説します。まず、特定の臓器・組織に限局した被ばく(局所被ばく)を考えてみます。局所に1Gyの陽子線を受けたとします(図9-①)。ここで注意しなければならないことがあります。それは、『放射線の種類により体に与えられる影響が異なる』ということです。よって、人体に放射線を照射した場合、放射線加重係数というものをを用いて、放射線の種類による影響の違いを補正する必要があります(図9-②)。放射線加重係数とは、放射線の種類によるがんのなりやすさを比較するための補正係数です。この補正した値を「等価線量(Sv)」といいます。陽子線の放射線加重係数は2ですので、1Gyの陽子線は等価線量で表すと $1\text{Gy} \times 2 = 2\text{Sv}$ となります(ちなみに、1Gyのα線は $1\text{Gy} \times 20 = 20\text{Sv}$ )。局所被ばくの場合は、特定の臓器・組織に被ばくすることになりますので、等価線量の前に組織という言葉をつけて組織等価線量と呼んでいます(図9-③)。例えば、甲状腺に等価線量2Sv被ばくした場合、甲状腺の組織等価線量が2Svということになります。ここで、全身へのダメージのことを考えてみます。甲状腺に2Sv被ばくしたのと、脳に2Sv被ばくしたのとでは、影響の度合いは異なります。なぜなら、それぞれの臓器の大きさや感受性(ダメージの受けやすさ)が違うからです。この違いを考慮した係数を組織加重係数と呼びます。組織加重係数とは、組織毎のがんのなりやすさを数値化して全身被ばくとしてがんリスクを比較するための補正係数です。当然、組織ごとに値が違い、全てを足すと1になります。ここで、2Svを全身に均等に被ばく場合(図9-④)と、脳・甲状腺・食道の3部位のみに被ばくした場合(図9-⑤)を考えてみま

す。後者の場合、脳、甲状腺、食道について、等価線量 2 Sv にそれぞれの組織加重係数をかけると、順に 0.02、0.08、0.08 Sv。これらを全て足し合わせると 0.18 Sv となります。すなわち、脳・甲状腺・食道の 3 部位のみに被ばくした場合は、全身に換算して 0.18 Sv の被ばくをしたということになります（図 9-⑥）。前者の場合は換算しなくても全身に 2 Sv なのはわかりますよね（図 9-⑦）。念のため計算してみても 2 Sv になりますので、一度おためしください（等価線量 2 Sv に人体各部位で決まっている組織加重係数を掛けて出てきた値を足し算）。全身被ばくと局所被ばくで、全身への影響が大きく異なることがわかっていただけたと思います。このように、『組織・臓器ごとの影響の違いを考慮し、局所被ばくと全身均等被ばくの場合を同じ尺度で比較』できるようにしたのがもう 1 つの Sv である実効線量です。

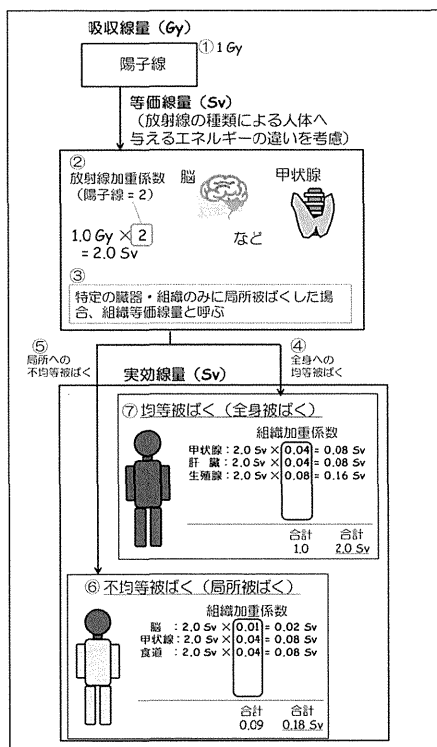


図 9 放射線の単位

(コラム)

・放射線加重係数・・・放射線加重係数は、主に発がんを指標とした生物学的効果をもとに決定されたもので、国際防護委員会 (ICRP) の Pub.103 (2007) <sup>2)</sup> で改訂された。

表 2 放射線加重係数 <sup>2)</sup>

放射線の種類	放射線加重係数
光子 (γ線、X線)	1
電子 (β線)、ミュー粒子	1
中性子	エネルギーの連続関数
陽子、荷電パイ中間子	2
α粒子、核分裂片、重イオン	20

・組織加重係数・・・ICRP Publication 103 (2007) <sup>2)</sup> で改訂された。組織加重係数は、対象とするがんの種類や臓器・組織ごとの生物学的影響における指標によって値が変化するが、ICRP は種々の指標をまとめた値として示している。表 3 に組織・臓器の種類とその放射線加重係数を示す。

表 3 組織加重係数 <sup>2)</sup>

組織・臓器	組織加重係数	組織・臓器	組織加重係数
乳房	0.12	肝臓	0.04
赤色骨髄	0.12	食道	0.04
結腸	0.12	甲状腺	0.04
肺	0.12	皮膚	0.01
胃	0.12	骨表面	0.01
生殖腺	0.08	脳	0.01
膀胱	0.04	唾液腺	0.01
		残りの組織・臓器	0.12

放射線による人体への影響とその分類

放射線が人体へ照射されると、人体の中の正常細胞、さらにその中の DNA に損傷が起こります。DNA 損傷後、ほぼ全ての細胞は修復に成功し、正常細胞へと戻ります。しかし、修復する過程でわずかですが誤った修復をしてしまうものが発生します。そうしたものの多くが修復に失敗し、細胞死 (アポトーシス) を起こします。しかし、極めてわずかですが、突然変異を起こし、それにより細胞のがん化が起きてしまいます。これが、放射線によるがんの発生のメカニズムになります (図 10)。

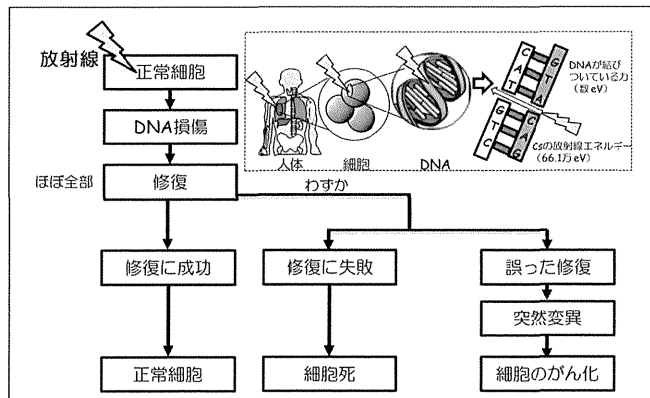


図 10 放射線による人体への影響

放射線による人体への影響は、大きく分けて身体的影響、遺伝的影響に分類されます(図 11)。身体的影響は、急性障害と晩発障害に分けられ、急性障害は主に放射線宿酔、皮膚紅斑、一時不妊などがあります。晩発障害はがん(白血病を含む)と、それ以外の障害(白内障、肺線維症、皮膚潰瘍など)が起こります。このがん以外の晩発障害と急性障害を合わせて確定的影響といい、晩発障害のがんと、遺伝的影響(染色体異常<sup>3)</sup>、突然変異<sup>4)</sup>など)を含めて確率的影響といます。では、確定的影響と確率的影響について、もう少し詳しく説明します。

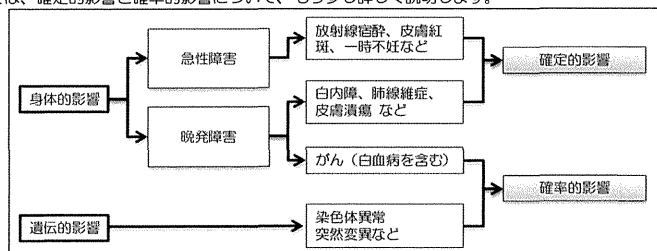


図 11 放射線による人体への影響の分類

**確定的影響と確率的影響**

放射線により相当数の細胞が失われることによって起こる影響を、確定的影響といいます。確定的影響の主な障害は、白血球減少、不妊、脱毛、胎児奇形、白内障などです。確定的影響の大きな特徴は、しきい値を持つことです(図 12)。つまり、しきい値を超えなければ、影響の発生確率は 0%となります。しきい値とは、『この線量を被ばくすると約 1%の人に障害が発生する線量』のことをいいます。また、確定的影響では、被ばく線量が多くなるほど障害重篤度が重くな

るのも大きな特徴です。

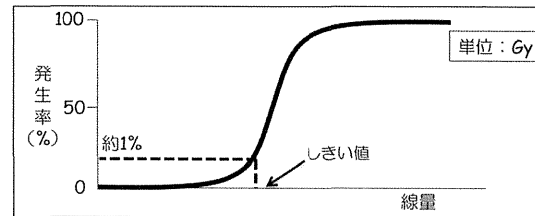


図 12 確定的影響

しきい値は、主に広島・長崎や、チェルノブイリの被ばく者の追跡調査により決められています。それによると、約 200 mGy 以上を被ばくした妊婦で、胎児の先天的な知的障害のリスクが高まり、特に妊娠 8~15 週に最も影響が大きかったとされています。放射線の量とその影響の目安に関して図 13 にまとめました。明らかになっている確定的影響の中で、最も低い線量で発生するのは男性の一時的不妊であり、150 mGy の被ばくで発生するとされています。さらに線量が多くなり、2500~6000 mGy の被ばくになると永久不妊となってしまいます。これらは局所の被ばくによる影響ですが、全身に 500 mGy の被ばくをした場合には白血球の数が減少することが知られています。全身の被ばくが 4000~5000 mGy に達すると、被ばくした人の半数が 60 日以内に死亡します(これを LD<sub>50/60</sub> という)。さらに、7000~8000 mGy まで達すると、被ばくした人のほぼ全員が死に至ります。ちなみに、胸部単純 X 線撮影を 1 回受けると 0.05~0.1 mGy の被ばくになります。また、宇宙で 1 日過ごすとは 0.5~1 mGy にもなります。他に我々は、大地や空気から、すなわち自然放射線を浴びています。その線量は、世界平均で年間 2.4 mSv (日本では 2.1 mSv)、高い地域(イランのラムサル)では何と年間 10 mSv にもなります。

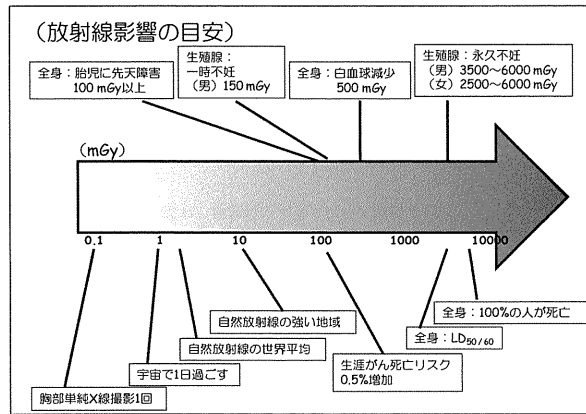


図 13 放射線の主な影響

※等価線量・実効線量については、将来のがんの発生が問題になる低線量被ばくを示す指標となります。それに対し、局所的な組織障害（例えば皮膚炎）が問題になる高線量被ばくでは、吸収線量（Gy）で表すしかありません。しかし、ここではX線、γ線による被ばくを想定しているため、放射線加重係数は1となり、便宜上、単位をSvで統一しています。

放射線により細胞が変異することによって起こる影響を確率的影響といいます。確率的影響の主な障害は、がん（白血病を含む）と遺伝的影響です。確率的影響の大きな特徴は、しきい値を持たないことです。つまり、どんなに少ない線量でも影響の発生確率は0ではないということの意味しています（図14）。しかし、原爆被ばく者の10万人の調査では、100 mSv以下の被ばくによる発がんリスクは統計学的に有意な発生確率の増加は現状では認められていません<sup>6)</sup>。また、確率的影響のその他の特徴として、100 mSv以上の高線量域では、被ばく線量が発生確率に比例することが挙げられます。ここでみなさんは疑問に思うことがあるでしょう。『100 mSv以下の影響についてはどうするの？』と……。それは現在、世界でも議論をされているところなのです。つまり、正確にはわかっていません。そこで、ICRP（International Commission on Radiological Protection, 国際放射線防護委員会）では、確率的影響の『被ばく線量が発生確率に比例する』という特徴を利用し、100 mSv以上では原爆被ばく者などから得られた実測データを用い、それ以下はそこから予測しようとして決めました。これが図14に示す、LNTモデル（Linear Non-Threshold, しきい値なし直線モデル）と呼ばれる評価方法であり、日本でもLNTモデルを採用しています。しかし、フランス医学・科学アカデミーなどの団体が、これに異議を唱えています。LNTモデルでは、『低線量領域で過小評価をしている！』として発案されたきびしめ仮説や、『低線量なら体にいいだろう！ラドン温泉などは体にいいのだ！』というホルミシス効果仮説、『いや、低線量ではリスクがない！確率的影響にもしきい値が存在するんだ！』というしきい値あり仮説なども存在します<sup>7-8)</sup>（図15）。

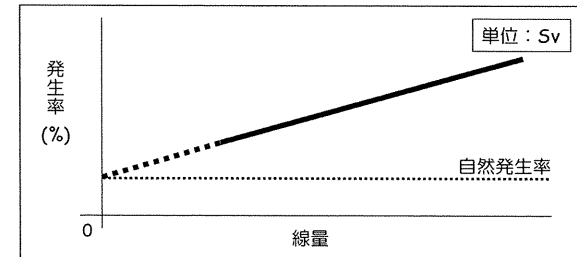


図 14 確率の影響

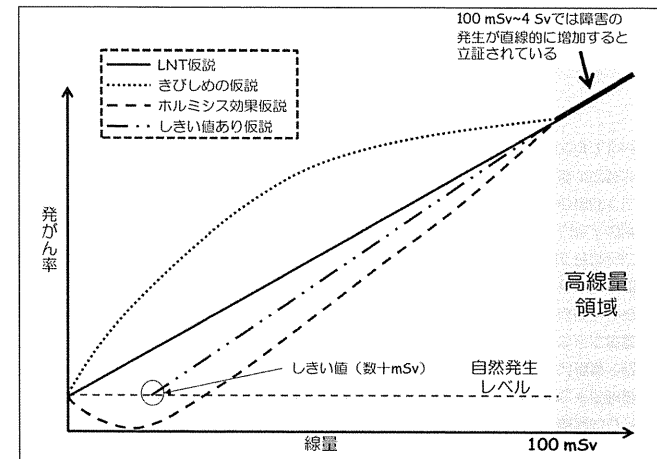


図 15 低線量被ばくの種々の評価

放射線による被ばく

放射線による被ばくは、体外に存在する線源（放射性物質から放出される放射線、医療機器からの放射線 など）から被ばくする「外部被ばく」と体内に取り込んでしまった放射性物質から放出される放射線により被ばくする「内部被ばく」に分けられます（図16）。

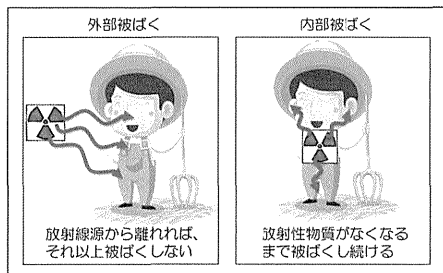


図 16 被ばくの種類

外部被ばくは、自然放射線、医療被ばく、特別ではありますが、今回の原発事故で飛散した放射性物質から放出される放射線などによる被ばくを指します。外部被ばくでは通常、飛距離（飛程といいます）の長いX線、γ線などが問題となり、飛程の短いα線やβ線の影響は小さいです。外部被ばくには防護の三原則という概念があります。距離、時間、遮へいにより、放射線から身を守る（防護）という考えです（図 17）。放射線は、距離の逆二乗則が成り立ち、線源からの距離が2倍になると、その量（被ばく線量）は1/4になります。また、線源の近くにいる時間（あるいは作業時間）に比例して被ばく量は増えていきます。逆にいうと、時間を短くすると被ばく線量は減るわけです。さらに、遮へいすることによって放射線から身を守ることができます。ここで、透過作用を思い出してください。X線やγ線は厚い鉛で遮蔽することができますよね？しかし、薄い鉛では、完全に遮蔽できず、透過してしまうX線、γ線もあります。この透過する量については、遮蔽する物体（ここでは鉛）の厚さの逆二乗で透過する量は減少します。

まとめると、外部被ばくから身を守るためには、①線源からの距離をできるだけ取る、②線源のある場所にはなるべく長い時間いないようにする、③線源が近くにある場合は鉛などで遮蔽する、の3つの対策が効果的です。

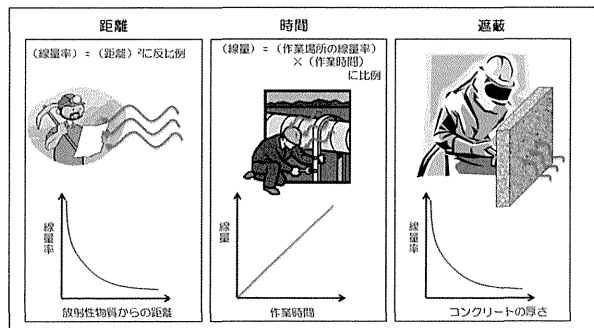


図 17 外部被ばくの防護三原則

では次に、内部被ばくについて解説します。まず、内部被ばくの特徴は、体内に存在する放射性物質が物理学的に減衰するか、代謝によって体外へ排出されるまで、持続的に被ばくを受け続けてしまいます。体内への放射性物質取り込みの経路ですが、空気中に存在する放射性物質を呼吸で吸い込んだり、放射性物質を含んだ食物の摂取、ケガをした時の傷口からも放射性物質が体内に侵入します。内部被ばくでは、外部被ばくで問題になったX線、γ線だけでなく、飛程の短い放射線（α線やβ線）の影響を受けるのも大きな特徴となります。また、体内に入った放射性物質は、その種類によりお気に入りの臓器が異なります（臓器親和性）。例えば、<sup>131</sup>Iは、甲状腺によく集まり、<sup>137</sup>Csでは、全身の筋肉に取り込まれやすいのです（図 18）。

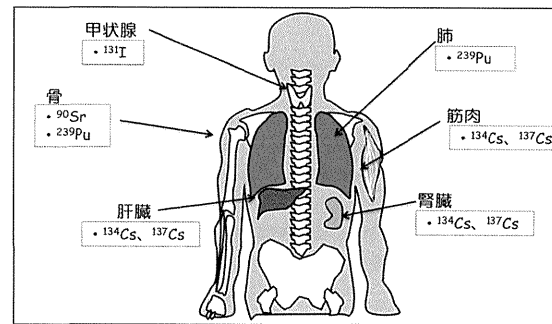


図 18 放射性物質の臓器親和性

先ほどもしましたが、内部被ばくの場合、体内に放射性物質が残留するため、放射線量は放射性物質が体内に存在する時間だけ被ばくし続けます。『じゃあ内部被ばくってどうやって評価するのだろうか？』と疑問に思った方もいると思います。確かに、内部被ばくの評価は少々複雑です。内部被ばくの場合、ある時点で摂取した放射性物質による被ばくを、将来にわたらずと管理していかなければならず、難しいのです。このため、「摂取した時点での被ばくはいくらだったろう？これから先のくらい被ばくするだろうか？」ということを経験により求めるという手法で、内部被ばくの評価を行います。この計算により求めた線量を預託線量といいます。預託線量を求める積分時間（何年先の被ばく線量まで足し合わせるか）は、特に条件がなければ、通常、成人では50年、子供については70歳まで計算します（図 19）。預託線量には、預託等価線量と預託実効線量がありますが、全身への影響を評価する場合には預託実効線量を使います（個々の臓器または臓器への影響は預託等価線量で評価）。この預託実効線量と外部被ばくを足し合わせた値を真の被ばく線量として評価します。

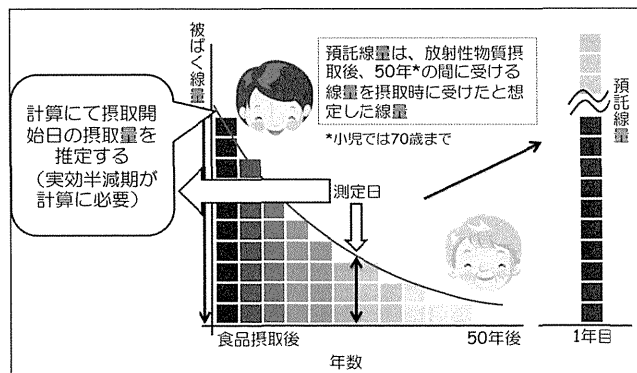


図 19 預託線量

では実際に預託実効線量の計算について例を使って紹介します。

”例” ほうれん草から「 $^{137}\text{Cs}$ :1000 Bq/kg (規制値 500)」が検出された。”

まず式(2)を見てください。必要なパラメータの中に、実効線量係数というものがあります。これを使うことにより、『〇〇Bq 摂取したから△△Svの預託実効線量だ』ということがわかります。この実効線量係数は、核種ごと、さらには摂取方法(摂取か吸入か)により異なり細かく決められています(表4)。表4を見ると、 $^{137}\text{Cs}$ の経口摂取は $1.3 \times 10^{-5} \text{ Sv}$  ( $1.3 \times 10^{-5} \text{ mSv}$ )となっていますので、この値を使います。また、市場希釈係数、調理などによる減少補正は、必要があるときのみ使います。ここでは、無視して考えていきます。すると、

$$1000 [\text{Bq/kg}] \times 1.3 \times 10^{-5} [\text{Sv/Bq}] = 1.3 \times 10^{-2} [\text{Sv}] = 0.013 [\text{mSv/kg}] \text{ となります。}$$

$$\text{預託実効線量}[\text{mSv}] = \text{実効線量係}[\text{mSv/Bq}] \times \text{年間の核種摂取量}[\text{Bq}] \times \text{市場希釈係数} \times \text{調理等による減少補正} \text{ ----- 式(2)}$$

※市場希釈係数、調理等による減少補正は必要がある場合に行います。

では、まとめてみましょう。内部被ばくは、体の中に放射性物質が一度入ってしまうと、排出されるか、その半減期を待って減衰させるしか方法がなく、防護ができません。よって、内部被ばくを防ぐためには、体に放射性物質を入れないことが重要となります。また、内部被ばくを評価するには、預託実効線量を用います。預託実効線量を求めるときは、摂取した放射能[Bq]と、摂取した核種の実効線量係数[Sv/Bq]を用いることにより求めることができます。

### (コラム)

・実効線量係数には、ICRP Pub.68<sup>9)</sup>、71<sup>10)</sup>、72<sup>11)</sup>から勧告(68は作業員、71・72は一般公衆)されたものと、原子力安全委員会が定めた「環境放射線モニタリングに関する指針」<sup>12)</sup>の2種類があります。表4はICRPで示されている一般公衆(成人)の主な核種の実効線量係数です。

表4 実効線量係数

核種	実効線量係数	
	経口摂取した場合の実効線量係数 (mSv/Bq)	吸入摂取した場合の実効線量係数 (mSv/Bq)
$^{137}\text{Cs}$	$1.3 \times 10^{-5}$	$3.9 \times 10^{-5}$
$^{131}\text{I}$	$1.6 \times 10^{-5}$	$1.5 \times 10^{-5}$
$^{90}\text{Sr}$	$2.8 \times 10^{-5}$	$1.6 \times 10^{-4}$
$^{239}\text{Pu}$	$2.5 \times 10^{-4}$	$1.2 \times 10^{-1}$

### まとめ

本稿では、『放射能・放射線って何?』、『Bq、Gy、Svの違いは?』というような、放射線・放射能に関する基礎的事項を解説しました。現在、世間には放射線・放射能に関する多くの情報が氾濫しています。みなさまが持つ放射線による不安やストレスを少しでも軽減させるためには、氾濫する情報の中から信頼できる情報を見抜く目を養うことが必要であると考えます。読者のみなさまにとって、本稿がその手助けになれば幸いです。

### 参考文献

- 1) 日本アイソトープ協会(編): アイソトープ手帳(第11版)、丸善(2011)。
- 2) ICRP Publication 103(和訳)「国際放射線防護委員会の2007年勧告」、日本アイソトープ協会、丸善(2009)
- 3) Neel JV, Schull WJ, et al.: The children of parents exposed to atomic bombs: Estimates of the genetic doubling dose of radiation for humans. Journal of Radiation Research (Tokyo) 1991; 32(Suppl): 347-74. (A review of 45 years' study of Hiroshima and Nagasaki atomic-bomb survivors)
- 4) Kyoizumi S, Akiyama M, et al.: Somatic cell mutations in the glycophorin A locus in erythrocytes of atomic bomb survivors: Implications for radiation carcinogenesis. Radiation Research 1996; 146:43-52.
- 5) Nakashima E: Relationship of five anthropometric measurements at age 18 to radiation dose among atomic-bomb survivors exposed *in utero*. Radiation Research 1994, 138:121-6.
- 6) Izumi S, Suyama A, et al.: Radiation-related mortality among offspring of atomic bomb survivors: A half-century of follow-up. International Journal of Cancer 2003; 107:292-7.
- 7) 独立行政法人放射線医学総合研究所(著)、土居 雅広(編): 虎の巻 低線量放射線と健康影響—先生、放射線を浴びても大丈夫?と聞かれたら、鎌谷書店(2007)
- 8) Feinendegen, L. E. and Polycove, M.: Biological responses to low doses of ionizing radiation, detriment versus hormesis, Part 1 and 2, J. Nucl. Med. 42, 17N-37N, 2001

- 9) ICRP Publication 68 (和訳)「作業者による放射性核種の摂取についての線量係数」, 日本アイソトープ協会, 丸善 (1994)
- 10) ICRP Publication 71. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part4 Inhalation Dose Coefficients. Ann. ICRP 25 (3-4), 1995
- 11) ICRP Publication 72. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients. Ann. ICRP 26 (1), 1995
- 12) 原子力安全委員会, 環境放射線モニタリング指針, <http://www.nsc.go.jp/>



## 第5回講演会アンケート結果

①性別	②年齢	③本日の感想
男	78	1. 人間の細胞に影響する事が充分に分かった。放射線が。2. 放射線によって人間の細胞が破壊される事が良く分かった
男	79	難しかったが勉強になった
男	87	
男	69	大変勉強になりました。結論は「心配ない」とのことですが、長期的にみると大変心配
男	68	1. 放射線量等の単位の関係が理解出来た。2. 人体への影響に関する信頼性について長期的確認が必要なのは
男	64	とつてもわかりやすくてよかった。放射能のことをわかって少しは安心しました
女	68	
女	62	物理的な学問は何とか分かったという程度ですが要はあまり心配ないとわかりほっとしました
女	71	リスクに対してバランスの良い考え方をすること。安心に生活出来ます。ありがとうございます。
女	66	専門用語が多くてむずかしかったですが、先生の説明を伺い安心致しました。
女	69	開始からの説明はあまりむずかしかったので理解不可能でしたが、後半は我々実生活にむずび考えることができました。 結果的には現在では不必要な心配は不要との事安心感ができました。
女	75	むずかしかったが、よかった。
女	65	磯部先生には、とてもわかりやすく説明していただき、放射線は、おそろしいと思う部分がありましたが、そんなに心配する事ではないとゆう事がわかり安心しました。
女	64	あまり神経質に考えなくて良いのかなと感じました。
女	75	大変よく勉強になりました。 これからもよろしくお願いします。ありがとうございました。
女	70	ベクレル+シーベルト= 長崎の永井先生の事を思い出されます。 小学5年に見た映画の事です。そういう事がおおくならないように。
女	78	
女	46	中学生の子供がいて、心配で参加しました。一度にたくさんの放射線を浴びなければ影響がないと知り安心しました。ありがとうございます。
女	65	魚など食べてもOK。ほとんどの食品は食べても安全だと今回改めて思いました。本日、磯部先生話を聞いてとても良かったです。ありがとうございます。
女	64	本日はありがとうございました。話聞いて難しかったですけど、少しは理解出来ました。安心しました。
女	66	マスコミばかり信用していました。今回は講演会を聞いて安心しました。(安心した部分)ありがとうございました。
女	70	必要以上にリスクをこわがる事はないというのがわかった。
女	61	難しくて申し訳ありませんが、理解出来ませんでした。時々分かる所もありました。人体の影響の所は興味があり勉強になりました。(がんの治療)
女	未記入	あまりに専門的な話で係数とか数式を言われても理解しがたい内容です。私達は現在この地に生活し、この地に育てられた農産物、魚類が安心して食べられるか？食べて良いのか？という現実的な事を知りたいのです。放射線は見えない物質なのに何ミリシーベルト自分の体に浴びているのか？ということさえはわからないので不安は消えないままでしたが、あまり心配しなくて良いのかと感じました。
女	66	難しく理解出来ない部分が多かったですがイメージとして日常生活にはさほど影響のない事がわかったような気がします。
女	79	放射線や放射能の事は大変難しかったけどあまり心配し過ぎないで普通に生活してもいいと感じた。
女	63	放射能についての説明を聞いて毎日の生活に安心できた。
女	82	安心して生活が出来る様になりました。ありがとうございました。
女	71	
女	57	今までの報道から受けていた物と、ちがっていました。内部被曝の心配が随分取り除かれた様に思います。目に見えない放射線だけに難しくもありましたが、少しわかった気がします。有意義でした。資料が頂けるとありがたいです。
女	66	わかりやすく説明にて大変勉強になりました。又、お話を聞きたいです。
女	61	難しく分かりませんでした。申し訳ありません。



①性別	②年齢	④今後、講演会で取り上げてほしい内容
男	78	
男	79	
男	87	
男	69	リスクを避ける為の方法をもっと具体的に説明してほしい
男	68	1. 高齢化社会への街づくりへの取り組み事例等(医療、交通網、スーパー等) 2. 車社会に対応出来ない人達の高齢化社会の街づくり
男	64	
女	68	
女	62	
女	71	
女	66	良い企画がありましたらよろしくお願いします。
女	69	血液検査によるデータの見方。 それに付随する医学的な説明。 医療、運動、体操について。 特に、糖尿病、がん、脳卒中、心筋梗塞について知りたいです。 認知症もですね。
女	75	
女	65	最近、口の中が乾きやすくなり、夜、水を何回も飲まなければならなくなり、トイレにも何回もいかなければなりません。 年のせいかな?とも思いますが解決方法などがあるの
女	64	
女	75	
女	70	
女	78	
女	46	
女	65	
女	64	
女	66	
女	70	認知症について
女	61	睡眠パターンの影響。・なぜ早寝早起きが良いのか等。・子供の夜更かしはなぜ悪いのか?
女	未記入	
女	66	
女	79	
女	63	
女	82	
女	71	
女	57	高齢化と街づくり
女	66	
女	61	高齢による転倒、認知症について。

(単位:名)

参加者	32
80代	2
70代	10
60代	17
50代	1
40代	1
30代	0
20代	0
未記入	1
男性	6
80代	1
70代	2
60代	3
50代	0
40代	0
30代	0
20代	0
未記入	0
女性	26
80代	1
70代	8
60代	14
50代	1
40代	1
30代	0
20代	0
未記入	1
未記入	0

## 資料 32

### 講演会アンケート2 今後の要望

講演会で取り上げてほしい内容
憲法改正をめぐる問題についての講演会。 国防軍を創設した場合、日本は軍国主義国家に逆戻りしないか。
防災について。 北茨城を襲った地震や津波の歴史について 今後、私たちのこれまでの調査のまとめを知りたい。
適応障害について
・うつ病についてでの、予防での、気分的な落ち着かせる為での、健康改善対策についての講演会！ ・(プラスになり、参考にもなる元気になる為での癒せる、気楽な、気にせずにも参加し易い、為にもなる元気になれる)
今のところ思い付きません。
第2回～第5回まで参加できればと思っています。
精神安定剤について。
認知症にならないようにするには普段の生活、考え方等どうすれば良いか。
良い年のとり方。好かれる老人になる為に。
認知症について取り上げてください。
兄弟が高うつ病で自殺3年前になります。これらの関係が知りたいので講演会に取り上げてください。
医食同源なども・・・
ボケの相手の接し方を知りたいです。
これからもよろしく願います。
特になし
健康について話してほしいです。
各科目別に全科目をやってほしいです。現在サプリメントが山ほど発売されていますが読んでみるとO良いことばかりで死ぬのをOれてしまいそうです。
今後よろしく願います。
特に高齢者7に対しての精神的方向付けをご教示願いたく思います。
今後とも私たちの心を力づけるご講演をお願いいたします。
もっと、いろいろな人達にも聞いてほしい問題なので、広げてほしいと思います。
お任せいたします。
うつや、認知症にならないための食事・運動・生き方などの話を。
楽しく人生を送る(老後)方法。
ニート、引きこもりについて
(自殺について)具体的な例をもっと知りたいと思いました。
ゲートキーパーについてもっと詳しく聞いてみたいと思いました。
ボケないために・・・
特にありません
今後もプロジェクトを継続、講演会を含めよろしく願います。
食事等カロリーの計算と方法とかが知りたいです。中々メタボが治りません。自分の信念がやるようにと思っているのですが意志が弱いのでダメですね。高血圧の食事等。
今後も出席したいので連絡をしてもらいたい。

### 講演会アンケート2 今後の要望

講演会で取り上げてほしい内容
プラス食生活も含めた講演をお願いしたいと思います。
若い方の生きざまをみてとてもうらやましいと感じました。どんどんこのような会が行われる事、参加したいと思えます。
運動不足なので
楽しい運動をこれからも色々企画して下さい。昨日の運動会は本当に楽しかったです。子供の頃に戻った気分でも中になりました。運動大好きになりました。
60代、70代、80代、90代、それぞれの食生活や運動量の必要性のアドバイスがほしいです。
気むつかしく、考えすぎない方法としての、参考となる、運動への明るくできる事への改善力への改善運動等
リスクを避ける為の方法をもっと具体的に説明してほしい
1. 高齢化社会への街づくりへの取り組み事例等(医療、交通網、スーパー等)2. 車社会に対応出来ない人達の高齢化社会の街づくり
良い企画がありましたらよろしく願います。
血液検査によるデータの見方。 それに付随する医学的な説明。 医療、運動、体操について。 特に、糖尿病、がん、脳卒中、心筋梗塞について知りたいです。 認知症もですね。
最近、口の中が乾きやすくなり、夜、水を何回も飲まなければならなくなり、トイレにも何回もいかなければなりません。 年のせいかな？とも思いますが解決方法などがあるのか？お聞きしたいです。
認知症について
睡眠パターンの影響。・なぜ早寝早起きが良いのか等。・子供の夜更かしはなぜ悪いのか？
高齢化と街づくり
高齢による転倒、認知症について。

資料 33

本年度実施している第三次健診の様子

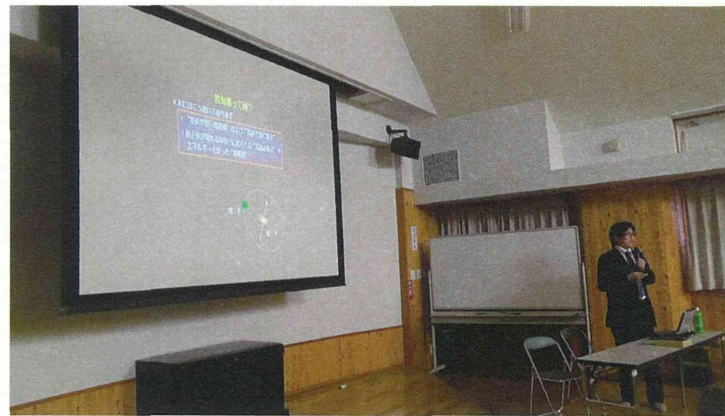




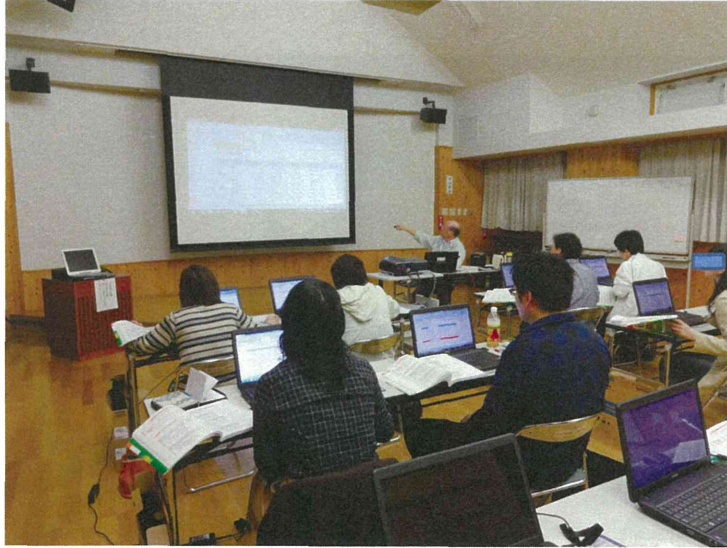
講演会の様子（第三回）



講演会の様子（第五回）



パソコン教室の様子



運動教室（元気アップ塾）の様子



平成 25 年度厚生労働科学研究費補助金  
障害者対策総合研究事業（精神障害分野）

「PTSD 及びうつ病等の環境要因等の分析及び介入手法の開発と向上に資する研究」

分担研究報告書

東日本大震災後の被災地における心的外傷後ストレス障害（PTSD）発症と栄養摂取に関する  
分析

—北茨城元気プロジェクトから—

研究分担者 功刀 浩 国立精神・神経医療研究センター神経研究所  
疾病研究第三部

○研究要旨

【目的】東日本大震災および放射線漏洩事故によって、複合的な被害を受け、その後の復興も様々な困難に直面し、被災地住民が被っている心理的ストレスは計り知れない。本研究は、ストレス障害発症と脂肪酸摂取との関連性について分析し、自然災害時における PTSD 発症予防および治療のための栄養学的効果について明らかにする。

【方法】震災後約 1 年を経過した 2011 年～2012 年に北茨城市に居住する住民女性 567 人を対象とした。栄養素の測定は、随時静脈採血し、血漿脂肪酸の測定を行った。心的外傷後ストレス障害診断（PTSD）には疫学研究用 Impact of Event Scale-Revised（IES-R）を用い、0～24 点を健常群、25 点以上を PTSD 傾向群とした。被害の評価は人的・浸水・倒壊・経済的被害の 4 項目の有無を調査し、0-2 項目を被害 A 群、3 項目以上の複合的被害を受けた群を被害 B 群とした。

【結果】被害弱群/健常群は 440 名（平均年齢：52.7 ± 15.7）、被害強群/健常群 16 名（58.7 ± 13.3）、3、被害強群/ PTSD 傾向群（54.5 ± 16.6）、93 名、4、被害弱群/ PTSD 傾向群（57.8 ± 14.3）18 名であった。年齢と Body mass index（BMI）により統制した分析では、PTSD を発症した者は発症しなかった者に比較して血漿中のエイコサペンタエン酸（EPA）が有意に低値であった。血漿 EPA と EPA 摂取状況において有意な相関がみられた。以上から、震災後の PTSD 発症と栄養摂取との間には関連があることが示唆され、食生活への介入が重要である可能性が示唆された。

A. 研究目的

東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）は、わが国に未曾有の大被害をもたらし、いまだに震災による被害に苦しむ被災地住民が存在すると思われる。人的被害に加えて、地震や津波による家屋の損壊、放射能の農・漁業や関連産業への影響等によって、仮設住宅への非難、



失職など、これまでの日常生活が一変し、ストレスや PTSD の増加が生じていると考えられる。先行研究より、栄養摂取と PTSD のリスクとの関連が報告されている。被災地域でも震災によるストレスや後遺症、食生活の変化によって PTSD を発症する可能性が考えられる。

被災地である茨城県北茨城市を支援するために、「北茨城市元気プロジェクト」(厚生労働科学研究)を進めており、被災地域住民の身体的健康調査、精神医学的調査、食生活・栄養学的調査を行い、発症予防をめざした栄養指導、早期の精神医学的介入を行っている。

本研究では、震災による PTSD の発症と栄養、特に脂肪酸摂取との関係を明らかにすることである。

## B. 研究方法

北茨城市の被災地域(大津町、平潟町:人口 7000 人)または、同地区出身で震災後約 1 年を経過した 2011 年~2012 年に北茨城市に居住する住民女性 567 人を対象とした。被験者は、検査会場まで自力で来場可能な 20 歳以上を対象とした。簡易式自記式食事歴法質問票(brief-type self-administered diet history questionnaire:BDHQ)を使用し通常の食品(サプリメント等を除く)から習慣的に摂取している、密度法を用いて栄養素量を求めた。

PTSD チェックリストとして Impact of Event Scale-Revised (IES-R)<sup>1, 2</sup>:改訂出来事インパクト尺度を使用した。再体験症状、回避症状、覚醒亢進症状から構成されており、PTSD の高危険者をスクリーニングするため、25 点をカットオフポイントとした。0~24 点を健常群、25 点以上を PTSD 傾向群とした。被害の評価は人的・浸水・倒壊・経済的被害の 4 項目の有無を調査し、0-2 項目を被害強群、3 項目以上の複合的被害を受けた群を被害弱群とした。栄養素の測定は、随時静脈採血し、脂質の測定を(株)SRL に委託した。統計解析には、SPSS ver21 を使用し多変量解析を行った。

### (倫理面への配慮)

本研究は筑波大学倫理審査委員会、国立精神・神経医療研究センター倫理委員会において承認され、全参加者に対し研究について説明を行い文書による同意を得ている。

## C. 研究結果

被害弱群/健常群は 440 名(平均年齢:52.7 ± 15.7)、被害強群/健常群 16 名(58.7 ± 13.3)、被害弱群/PTSD 傾向群 93 名(54.5 ± 16.6)、被害強群/PTSD 傾向群 18 名(57.8 ± 14.3)であった。年齢と Body mass index (BMI)により統制し Analysis of covariance (ANCOVA)による血漿中のエイコサペンタエン酸(EPA)濃度の各群との比較において、被害強群・PTSD 傾向群:77.0 ± 33.5、被害強群・健常群:110.0 ± 65.9、被害弱群/PTSD 傾向群:77.7 ± 43.1、被害弱群/健常群:76.7 ± 53.9 であり PTSD 群は非 PTSD 群と比較して血漿中の EPA が有意に低値であった(P<0.05)。血漿 EPA と食事中 EPA 摂取状況において有意な相関(r = 0.423, P<0.001)がみられた。

## D. 考察

我々の結果は、PTSD 群の血漿中 EPA の有意な低下があり、血中 EPA 濃度は食事摂取 EPA と有意な相関を示した。先行研究では PTSD の発症に多価不飽和脂肪酸 n-3 系脂肪酸である EPA とドコサヘキサエン酸 (DHA) の減少<sup>3)</sup>、n-6 系脂肪酸のアラキドン酸 (AA) や AA/EPA 比の上昇がリスクを高めることが報告されているが、我々の結果は PTSD と EPA において有意な関係性を示し、これまでの報告とほぼ一致していた。血中レベルでの EPA の低下は脳内の EPA レベルも低下させ、神経炎症の増加と神経間シグナル伝達の障害をもたらすと考えられる。逆に、EPA は脳内において抗炎症作用をもたらすことが考えられ、震災による自然災害の際には、EPA の摂取不足に注意することが、PTSD の発症予防につながる可能性がある。

## E. 結論

震災などの自然災害時における PTSD の発症に EPA の摂取が重要であるという可能性を示した。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

被災地におけるうつ症状と食事・栄養-北茨城元気づくりプロジェクトから  
功刀浩<sup>1)</sup>、村木悦子<sup>1)</sup>、相澤恵美子<sup>1)</sup>、石田一希<sup>1)</sup>、太田深秀<sup>1)</sup>、服部功太郎<sup>1)</sup>、佐藤晋爾<sup>2)</sup>、朝田隆<sup>2)</sup>

1) 独立行政法人国立精神・神経医療研究センター神経研究所疾病研究第三部、

2) 筑波大学大学院人間総合科学研究科疾患制御医学専攻精神病態医学分野

臨床栄養 123(1): 12-13, 2013.

### 2. 学会発表

被災地における心的外傷後ストレス障害 (PTSD) 発症と栄養状態の検討—北茨城元気づくりプロジェクトから—

相澤 恵美子<sup>1)</sup>、石田一希<sup>1)</sup>、太田深秀<sup>1)</sup>、服部功太郎<sup>1)</sup>、佐藤晋爾<sup>2)</sup>、朝田隆<sup>2)</sup>、功刀浩<sup>1)</sup>

1) 独立行政法人国立精神・神経医療研究センター神経研究所疾病研究第三部

2) 筑波大学大学院人間総合科学研究科疾患制御医学専攻精神病態医学分野

臨床栄養学会 (2013. 10. 4~5) 京都

## H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

引用文献

- 1) Weiss DS、Marmar CR. The Impact of Event Scale-revised Assessing Psychological Trauma and OTSD (2nd edition).168-189,2004
- 2) Nozomu Asukai, Hiroshi Kato, Noriyuki Kawamura, Yoshiharu Kim, Kohei Yamamoto, Junji Kishimoto, Yuko Miyake, Aya Nishizono-Maher. Reliability and validity of the Japanese-language version of the impact of event scale-revised (IES-R-J): four studies of different traumatic events. J. Nerv. Ment. Dis. 190(3):175-82, 2002
- 3) Kawakita E, Hashimoto M, Shido O. Docosahexaenoic acid promotes neurogenesis in vitro and in vivo. Neuroscience. 139(3):991-7, 2006.

平成 25 年度厚生労働科学研究費補助金  
障害者対策総合研究事業（精神障害分野）

「PTSD 及びうつ病等の環境要因等の分析及び介入手法の開発と向上に資する研究」

分担者研究報告書

被災地における飲酒問題の実態把握とその対策に関する研究

研究分担者 樋口 進 国立病院機構久里浜医療センター院長

研究要旨

東日本大震災では、自衛隊、警察、消防、電力会社職員等が過酷な状況のなか救援活動に奮闘した。一方で、そのような過酷な活動による惨事ストレスによって、PTSD、うつ、アルコール消費量の増大等が懸念されている。今後も発生するであろう大規模災害に向けて、支援者における惨事ストレスの実態を明らかにし、対処方法を検討することが必要である。

岩手県大船渡市では、震災直後から国立病院機構久里浜医療センターが支援に入っていた縁があり、同院は大船渡市消防団に対するこころのケアの依頼を受けている。本研究はその一環として大船渡市消防団団員約 1,000 名の精神的ケアと同時に、うつ病、心的外傷後ストレス障害（PTSD）、アルコール乱用または依存症等の有病率や消防団としての活動、被災状況との関連等について現状を把握し、さらにその変化を前向きに調査することを目的とする。質問紙によるスクリーニングを実施し、必要なものには面接による評価も行う。

2011 年 9 月に第 1 回調査を実施しており、本年度は、第 1 回目の調査の追跡調査を実施した。調査は現在も進行しており、本報告書を作成する時点で約 300 名から回答を得ている。今後、第 1 回調査回答者の 60%を超えるまで調査を継続し、次年度にデータの解析を行う。

研究分担者

樋口 進 国立病院機構久里浜医療センター

研究協力者

松下幸生 国立病院機構久里浜医療センター  
横山顕 国立病院機構久里浜医療センター  
木村充 国立病院機構久里浜医療センター  
真栄里仁 国立病院機構久里浜医療センター  
米田順一 国立病院機構久里浜医療センター  
佐久間寛之 国立病院機構久里浜医療センター  
吉村淳 国立病院機構久里浜医療センター  
中山秀紀 国立病院機構久里浜医療センター  
遠山朋海 国立病院機構久里浜医療センター

藤田さかえ	国立病院機構久里浜医療センター
岩本亜希子	国立病院機構久里浜医療センター
桑田美子	国立病院機構久里浜医療センター
三原聡子	国立病院機構久里浜医療センター

## A. 研究目的

災害時に救援者が受けるストレスは惨事ストレスと呼ばれている。ベトナム戦争からの帰還兵における PTSD 研究を契機に注目を集めるようになったが、わが国では 1995 年の阪神淡路大震災以降人口に膾炙した。

自然災害に加え大規模テロのような人為的な災厄も頻発する昨今の情勢において、この惨事ストレスの実態と、PTSD、うつといった精神障害やアルコール消費量との関連を調査することは世界的に喫緊の課題となっている。

本研究では、岩手県の大船渡市の消防団を研究対象としている。彼らは日常的にはそれぞれの仕事を持ち、必要時に地域の防災活動に主体的に取り組む我が国独特の組織である。東日本大震災においては、消防団員の死者・行方不明者は 253 人に上り、消防署員の死者・行方不明者 27 人の 10 倍近くとなっている。身近な消防団員が未曾有の大災害にあたり水門の管理、避難誘導等で危険を顧みずに活動したことがうかがえる。一方で、支援業務のプロフェッショナルである自衛隊、警察、消防隊員と比べると、消防団員の教育や訓練は簡潔なもとのなるため、惨事ストレスに対する脆弱性が懸念される。

本研究においては、すでに 2011 年 9 月に実施したうつ病、心的外傷後ストレス障害 (PTSD)、アルコール乱用または依存症等の有病率に関する 1 回目の調査を基に、2013 年に 2 回目の調査を行い、両者を比較検討することで、惨事ストレスの影響を前向きに調査する。

## B. 研究方法

### 1) 調査対象

大船渡市消防団員約 1,000 名のうち、本調査に協力するもの

### 2) 調査票

今年度実施した追跡調査に使用した調査票は自記式調査票で、基本的に初回調査と内容は同一である。

消防団活動歴、自身の被災状況等に関する質問票に加えて、以下のような調査票を組み入れてある。

- K-10<sup>1)</sup>
- CES-D (Center for Epidemiologic Studies Depression scale)<sup>2)</sup>
- IES-R (Impact of Event Scale-Revised)<sup>3)</sup>
- AUDIT (Alcohol Use Disorders Identification Test)<sup>4)</sup>
- FTND (Fagerström Test for Nicotine Dependence)<sup>5)</sup>